

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
6. Dezember 2001 (06.12.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/92173 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation: **C03B 37/018**.  
C03C 13/04, G02B 6/10

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von L. S.): **SCHNEIDER LASER TECHNOLOGIES AG**  
[DE/DE]; Fasaneninsel 1, 07548 Gera (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/06083

(22) Internationales Anmeldedatum:  
28. Mai 2001 (28.05.2001)

(72) Erfinder: und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KIRCHHOF, Jo-**  
**hannes** [DE/DE]; Hufelandweg 16, 07743 Jena (DE).  
**UNGER, Sonja** [DE/DE]; Talstrasse 16, 07743 Jena (DE).  
**SCHRÖTER, Siegmund** [DE/DE]; Novalisstrasse 13,  
07747 Jena (DE). **SCHWUCHOW, Anka** [DE/DE]; Am  
Teich 10, 07743 Jena (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

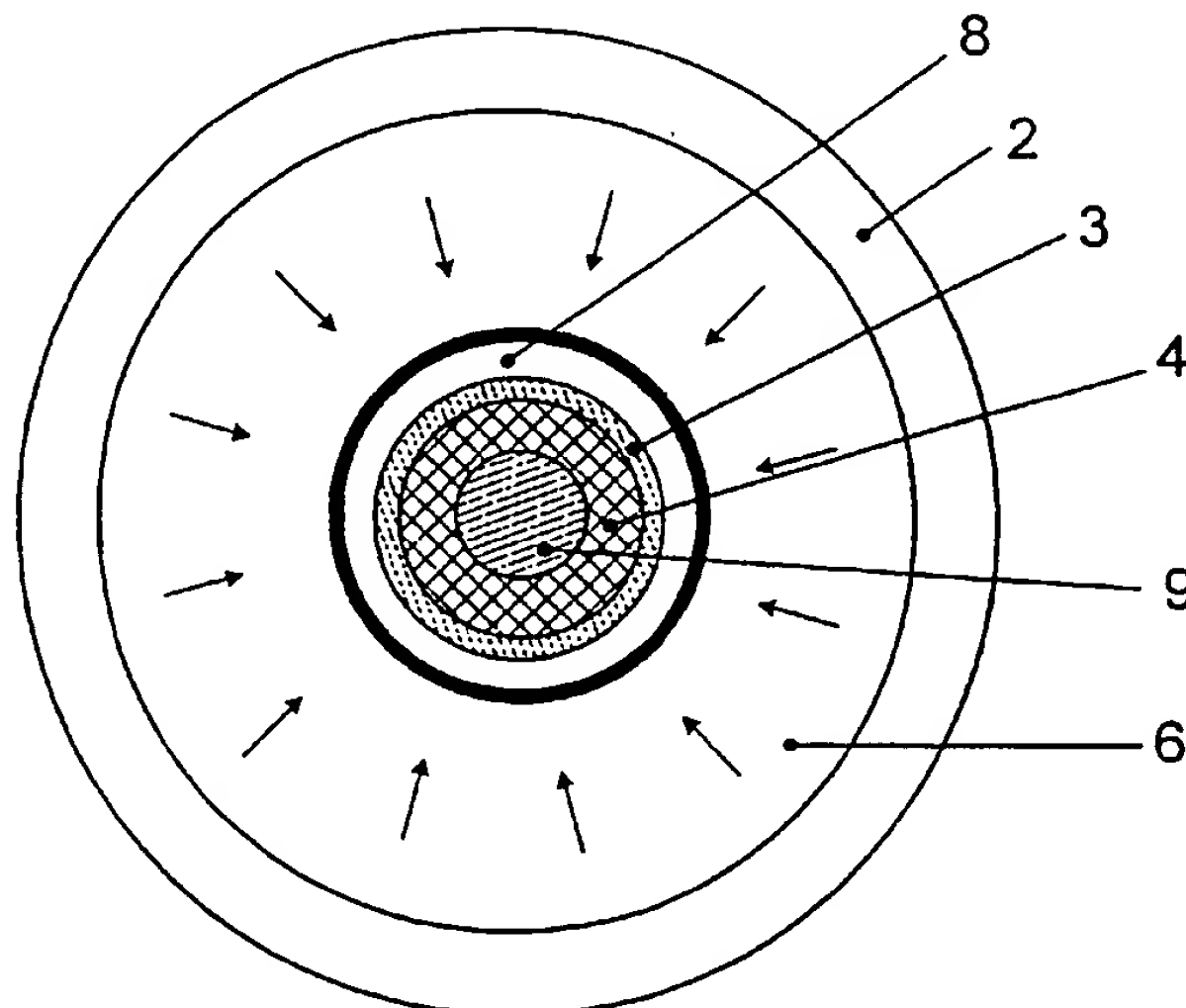
(30) Angaben zur Priorität:  
100 27 263.0 31. Mai 2000 (31.05.2000) DE

(74) Anwälte: **BREIT, Ulrich** usw.; Geyer, Fehners & Partner,  
Perhamerstrasse 31, 80687 München (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **SiO<sub>2</sub>-BASED FIBRE OPTICAL WAVEGUIDE FOR TRANSMITTING A HIGH LIGHT POWER DENSITY AND  
CORRESPONDING PRODUCTION METHOD**

(54) Bezeichnung: **LICHTLEITFASER AUF SiO<sub>2</sub>-BASIS ZUR ÜBERTRAGUNG EINER HOHEN LICHTLEISTUNGSDICHTE  
SOWIE HERSTELLUNGSVERFAHREN DAZU**



(57) Abstract: An SiO<sub>2</sub>-based fibre optical waveguide for transmitting a high light power density is produced in a two-step process whereby the preform is produced first and the fibre optical waveguide is drawn from the preform. When the core material (5) is separated with SiCl<sub>4</sub> and O<sub>2</sub>, the compound GeCl<sub>4</sub> is added in the quantity necessary to obtain a GeO<sub>2</sub> concentration of between 0.001 mol % and 1 mol % in the core (9) and to ensure that the core (9) refractive index differs from the refractive index of the SiO<sub>2</sub> by less than 0.001. Alternatively, the preform can be treated with an atmosphere containing H<sub>2</sub> after the core material (5) has been separated.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/92173 A1



(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NI, SN, TD, TG).

#### Erklärung gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für alle Bestimmungsstaaten

#### Veröffentlicht:

-- mit internationalem Recherchenbericht  
-- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Zur Herstellung einer Lichtleitfaser aus  $\text{SiO}_2$ -Basis zur Übertragung einer hohen Lichtleistungsdichte wird in einem Zwei-Schritt-Prozess zunächst die Preform hergestellt und dann aus dieser die Lichtleitfaser gezogen. Dabei wird bei einer Abscheidung des Kern-Materials (5) mit  $\text{SiCl}_4$  und  $\text{O}_2$  die Verbindung  $\text{GeCl}_4$  in einer Menge zugegeben, bei der sich eine  $\text{GeO}_2$ -Konzentration im Kern (9) zwischen 0,001 mol % und 1 mol % einstellt und sich die Brechzahl der Kerne (9) weniger als 0,001 gegenüber der Brechzahl des  $\text{SiO}_2$  verändert. Alternativ erfolgt nach der Abscheidung des Kern-Materials (5) eine Behandlung der Preform mit einer  $\text{H}_2$ -haltigen Atmosphäre.

5

**Lichtleitfaser auf SiO<sub>2</sub>-Basis zur Übertragung einer hohen Lichtleistungsdichte sowie  
Herstellungsverfahren dazu**

10

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer Lichtleitfaser auf SiO<sub>2</sub>-Basis zur Übertragung einer hohen Lichtleistungsdichte, bei dem in einem Zwei-Schritt-Prozeß zunächst eine Preform hergestellt und dann aus dieser die Lichtleitfaser gezogen wird, sowie auf eine Lichtleitfaser.

15

Um gewünschte effektive Lichtleitungseigenschaften zu erreichen, muß zwischen Mantel und Kern einer Lichtleitfaser bekanntermaßen ein Brechzahlunterschied dahingehend bestehen, daß die Brechzahl des Mantels gegenüber der des Kerns abgesenkt ist, damit Totalreflexion von aus dem Kern zum Mantel hin laufender Strahlung erfolgt. Der Brechzahlunterschied kann dabei entweder als Brechzahlprung zwischen Kern und Mantel oder in Form eines bestimmten Brechzahlprofils ausgebildet werden.

20

Bei der Herstellung einer Lichtleitfaser kann der Brechzahlunterschied auf zwei Weisen erreicht werden. Mahlke/Gössing, „Fiber Optic Cables“, Publicis MCD Verlag Erlangen, 1997, Seiten 29 bis 33 und 94 bis 101, schildern, daß die Dotierung von SiO<sub>2</sub> mit GeO<sub>2</sub> oder P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> eine brechzahlerhöhende Wirkung hat. Sie schlagen deshalb Herstellverfahren vor, bei denen der Kern einer Lichtleitfaser mit diesen Substanzen dotiert wird, um durch Anhebung der Kern-Brechzahl den Brechzahlunterschied für die gewünschten Lichtleitungseigenschaften zu erreichen. Ähnliches ist auch in Agrawal, „Fiber-Optic Communication Systems“, 2. Aufl., John Wiley & Sons, New York, 1997, auf den Seiten 64 bis 68 beschrieben.

25

30

Eine weitere Möglichkeit zum Erzielen des erforderlichen Brechzahlunterschiedes findet sich in der EP 0 520 337 A1, die die Dotierung des Mantels mit Fluor zur Absenkung der Brechzahl des Mantels erwähnt. Der erforderliche Brechzahlunterschied wird dabei nicht durch die Anhebung der Kern-Brechzahl sondern durch die Absenkung der Mantel-Brechzahl erreicht. Zur Vergleichmäßigung des Brechzahlverlaufes im Kern ist in EP 0 520 337 A1 zusätzlich zur brechzahlensenkenden Manteldotierung eine Kombination aus Fluordotierung und GeO<sub>2</sub>- bzw. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Dotierung des Kern-Materials beschrieben, wobei beide Dotierungen nur in geringen Konzentrationen vorgenommen werden. Diese gegenläufig wirkenden Dotierungen

35

Mantel-Material besteht. Anschließend wird darüber hinaus das Kern-Material zusätzlich derart dotiert, daß seine Brechzahl um weniger als 0,001 gegenüber der Brechzahl des undotierten Kern-Materials verändert wird. Eine Dotierung des Kern-Materials mit Fluor findet dabei nicht statt. Diese erfindungsgemäße geringe Dotierung des Kerns verbessert die Übertragungseigenschaften der Lichtleitfaser für Strahlung hoher Leistungsdichte und vermindert die Degradationserscheinungen, die bislang bei hohen Lichtleistungen unvermeidbar waren.

Die Dotierung des Kern-Materials erfolgt vorzugsweise mit Ge, P, Sn, Al, N oder Cl. Diese Substanzen sind in Herstellprozessen einfach als Dotierungsmaterial anzuwenden und führen zur gewünschten Lichtleistungsfestigkeit. Sie können einzeln oder in Kombination verwendet werden. Besonders zu bevorzugen ist eine derartig geringe Konzentration, daß dadurch die Brechzahl des dotierten Kern-Materials um 0,00001 bis 0,001, vorzugsweise zwischen 0,0004 bis 0,0008 von der des undotierten Kern-Materials abweicht. Im vorzugsweise genannten Bereich erhält man besonders lichtleistungsfeste Fasern.

Eine Germanium-Dotierung wird bisher bei Verfahren zur Lichtleitfaserherstellung zur Erzeugung eines definierten Brechzahlprofils (Änderung des Brechungsindex) eingesetzt. Dabei ist allgemein bekannt, daß Dotanden, so auch Germanium, die Stabilität der Lichtleitfaser gegenüber energiereicher Strahlung verschlechtern. Daher wird ein undotiertes Kernmaterial bevorzugt; üblicherweise reines  $\text{SiO}_2$  für das Kernmaterial und innerer Mantel aus Fluor-dotiertem  $\text{SiO}_2$ , zur Herstellung der Brechzahlabsenkung.

Überraschend wurde festgestellt, daß kleine Mengen an Germanium im Kernmaterial die Leistungsstabilität erheblich verbessern. Dabei sollte die Dotierung so erfolgen, daß im Kernmaterial  $\text{GeO}_2$  in einer Konzentration zwischen 0,001 mol% und 1 mol% vorliegt, wobei ein Bereich zwischen 0,3 mol% und 0,6 mol% sich durch besondere Lichtleitungsfestigkeit auszeichnet, ohne daß die Transmission geschwächt wäre.

Bei der Abscheidung des Kern-Materials mit  $\text{SiCl}_4$  und  $\text{O}_2$  kann die Verbindung  $\text{GeCl}_4$  in einer Menge zugegeben werden, bei der sich eine  $\text{GeO}_2$ -Konzentration im Kern zwischen 0,001 mol% und 1 mol% einstellt und sich die Brechzahl des Kerns weniger als 0,001 gegenüber der Brechzahl des  $\text{SiO}_2$  verändert.

Zu dem üblicherweise gasförmigen Reaktionsgemisch von  $\text{SiCl}_4$  und  $\text{O}_2$  (bei Innenrohrverfahren, wie MCVD oder PCVD) oder  $\text{SiCl}_4$  und einem  $\text{H}_2/\text{O}_2$ -Gemisch (bei direkten Flammenverfahren, wie OVD oder VAD) wird gasförmiges  $\text{GeCl}_4$  zugesetzt, zum Beispiel in

einer Menge 100 sccm  $\text{SiCl}_4$  + 1 sccm  $\text{GeCl}_4$ . Je nach Verfahrensbedingungen wird von diesem Gemisch eine etwas variierende Menge  $\text{GeO}_2$  in das Kernmaterial eingebaut.

5 Eine deutliche Erhöhung der Leistungsbelastbarkeit der Lichtleitfaser ist nur festzustellen, wenn die durch die Dotierung erzeugte Veränderung der Brechzahl zwischen 0,00001 und 0,001 gegenüber der Brechzahl des reinen  $\text{SiO}_2$  liegt. Die angegebenen Grenzen sind jedoch nicht als absolute Werte anzusehen, ab denen die Leistungsbelastbarkeit der Faser abrupt abfällt. Die angegebene obere Grenze für die Veränderung der Brechzahl durch die Dotierung wird vor allem dadurch festgelegt, daß etwa bis zu der Brechzahländerung von maximal 0,001 keine  
10 Veränderung der effektiven lichtleitenden Eigenschaften (Erhaltung des Brechzahlprofils, Erhaltung des Brechzahlsprungs zwischen Kern und Mantel) festzustellen ist.

Wird eine zu geringe Dotierung der Preform vorgenommen, erhält man eine unzureichende Langzeitstabilität, die, bei einer Lichtleitfaser ganz ohne Dotierung, der einer herkömmlichen  
15 Lichtleitfaser entspricht. Wird eine zu hohe Dotierung vorgenommen, verringert sich die Anfangstransmission und die Langzeitstabilität verschlechtert sich ebenfalls.

Die Erfindung löst das eingangs erwähnte Problem weiter mit einem Verfahren zur Herstellung einer Lichtleitfaser zur Übertragung einer hohen Lichtleistungsdichte, bei dem in einem Zwei-  
20 Schritt-Prozeß zunächst eine Preform hergestellt und dann aus dieser die Lichtleitfaser gezogen wird, wobei die Preform nach einer Abscheidung eines Kern-Materials und vor dem Ziehen der Lichtleitfaser mit einer  $\text{H}_2$ -haltigen Atmosphäre behandelt wird, so daß das Kern-Material der Preform mit Wasserstoff beladen wird.

25 Ebenfalls wird das Problem gelöst durch eine Lichtleitfaser mit einem Kern und einem Mantel, herstellbar durch Abscheiden eines Kern-Materials und eines Mantel-Material zu einer Preform und Behandeln der Preform mit einer  $\text{H}_2$ -haltigen Atmosphäre, so daß das Kern-Material mit Wasserstoff beladen wird, und Ziehen der Preform zur Lichtleitfaser. Nach der Abscheidung des Kern-Materials erfolgt also eine Behandlung der Preform mit dem  $\text{SiO}_2$ -Kern und Fluor-dotiertem inneren Mantel mit einer  $\text{H}_2$ -haltigen Atmosphäre bei höherer Temperatur erfolgt.  
30 Optional kann dabei eine  $\text{H}_2$ -Behandlung des Mantels vermieden werden.

Die in die Preform eindiffundierten Wasserstoffatome werden in das Material eingelagert und reagieren zum Teil mit atomaren Defekten innerhalb der Materialschichten. Es erfolgt vermutlich  
35 weiter eine teilweise chemische Reduktion der Si-O-Si-Verbindungen zu Si-Si-Verbindungen. Es wird angenommen, daß die in den Materialschichten eingelagerten Wasserstoffatome ein Reservat dafür bilden. Die während des Betriebes der Lichtleitfaser durch die Lichtleitung entstehenden Defekte im Kern-Material können wahrscheinlich durch Wasserstoffatome aus

diesem Reservat geheilt werden und sichern dadurch den Betrieb der Lichtleitfaser mit einer hohen Leistungsdichte mit hoher Stabilität über einen langen Zeitraum.

5 Der Wirkungsmechanismus der geringen Germanium-Dotierung des Kern-Materials und der Wasserstoff-Beladung der Preform ist noch nicht vollständig bekannt und bedarf weiterer Untersuchungen. Wesentlich ist aber, daß die Germanium-Dotierung des Kern-Materials für sich alleine eine mindestens 30-fach längere Einsatzdauer der Lichtleitfaser und die Wasserstoff-Beladung der Preform für sich alleine eine mindestens fünffach längere Einsatzdauer der Lichtleitfaser bewirkt. Diese Ergebnisse wurden für eine Lichtleitfaser mit 15  $\mu\text{m}$  Kerndurchmesser, eine Wellenlänge des geführten Lichtes von 441 nm bei einer Leistung von 1 W Dauerstrich-Betrieb gewonnen. Für eine andere Wellenlänge und einen anderen Leistungseintrag ergeben sich andere Werte. Es soll hier nur verdeutlicht werden, daß mit jeder der Maßnahmen eine wesentliche Verbesserung der Stabilität der Übertragungs-eigenschaften einer Lichtleitfaser auf einen langen Betriebszeitraum gesichert werden kann.

15 Die Wirkung des Wasserstoffs zur Leistungsstabilisierung beruht offensichtlich hauptsächlich auf sein Vorhandensein im Kernmaterial. Eine Einlagerung des Wasserstoff in die Schicht(en) des Mantels hat demgegenüber vermutlich eine untergeordnete Bedeutung. Diese kann möglicherweise hauptsächlich als Reservat für Wasserstoff dienen, der beim Betrieb der Lichtleitfaser in den Kern hinein diffundiert.

20 Der Wasserstoff diffundiert zum einen in das Kern-Material der Preform und reagiert zum anderen mit dem  $\text{SiO}_2$  des Kernmaterials, wird dadurch „unbeweglich“ und kann beim nachfolgenden Ziehen der Preform zur Faser nicht ausdiffundieren. Die notwendigen hohen Temperaturen sichern einerseits eine hohe Diffusionsgeschwindigkeit, andererseits aber auch die Reaktion mit dem  $\text{SiO}_2$ . Zu hohe Temperaturen beeinträchtigen jedoch den Gesamtprozeß und führen insbesondere zu einer Profilveränderung des Brechzahlverlaufes durch Fluor-diffusion.

30 Besonders günstig ist die Kombination einer geringen Germanium-Dotierung (z.B. 0,05 mol%) mit einer Wasserstoffbehandlung der fertigen Preform oder auch eines innen beschichteten Rohres vor dem Kollabieren. Eine Weiterbildung sieht eine Kombination der vorgenannten Verfahrensschritte vor, die darin besteht, daß bei der Abscheidung des Kern-Materials mit  $\text{SiCl}_4$  und  $\text{O}_2$  die Verbindung  $\text{GeCl}_4$  in einer Menge zugegeben wird, bei der sich eine  $\text{GeO}_2$  -Konzentration im Kern zwischen 0,001 mol% und 1 mol% einstellt und sich die Brechzahl des Kerns weniger als 0,001 gegenüber der Brechzahl des  $\text{SiO}_2$  verändert und nach der Abscheidung des Kern-Materials eine Behandlung der Preform mit einer  $\text{H}_2$  -haltigen Atmosphäre erfolgt.



Die Behandlung der Preform mit Wasserstoff erfolgt am einfachsten durch eine Außenatmosphäre, die die Preform umgibt. Diese kann zum Beispiel bei dem OVD-Verfahren, dem VAD-Verfahren oder dem MCVD-Verfahren durch einen Wasserstoffüberschuß in der Brennerflamme realisiert werden oder diese wird zum Beispiel beim PCVD-Verfahren in einem die Preform umgebenden Behälter erzeugt.

Die Herstellung der Preform erfolgt in einem Fall durch direkte Verfahren. Zu denen gehören Flammenverfahren, wie OVD und VAD, das Ziehen aus der Schmelze oder das Sol-Gel-Verfahren.

Einen besonders einfachen und stabilen Prozeßablauf gewährleistet ein Innenrohrverfahren, wie das MCVD-Verfahren oder das PCVD-Verfahren, welches für einen der oben genannten erfindungsgemäßen Verfahrensschritten (Germanium-Dotierung des Kern-Materials oder der Wasserstoff-Beladung der Preform oder deren Kombination) entsprechend modifiziert wird. Die Preform besteht hier aus einem Rohr, bei dem eine Innenbeschichtung dieses Rohres mit der Abscheidung des Mantels und der Abscheidung des Kern-Materials erfolgt. Durch anschließendes Kollabieren des innen beschichteten Rohres unter Anwendung der Wärmequelle wird die Preform hergestellt, aus der die Lichtleitfaser gezogen wird.

Bei einem Innenrohrverfahren ist es vorteilhaft nach der Abscheidung des Kern-Materials eine Behandlung des innen beschichteten Rohres mit einer  $H_2$  -haltigen Innenatmosphäre durchzuführen. Alternativ kann hier auf eine Wasserstoff-Beladung der Materialschichten durch die Außenatmosphäre verzichtet werden. Die Wasserstoff-Beladung über die Innenatmosphäre ist technologisch einfacher zu führen und erfordert weniger Zeit. Die Wasserstoff-Beladung über die Außenatmosphäre lagert jedoch eine größere Anzahl Wasserstoffatome in die Materialien der Preform ein, bildet also ein größeres Reservat. Daher kann es zweckmäßig sein, die Wasserstoff-Behandlung der Preform sowohl über die Innen- und die Außenatmosphäre durchzuführen.

Bei den Verfahren zur Herstellung der Preform können die Materialschicht für den Mantel und/oder das Kernmaterial porös abgeschieden und nachfolgend verglast werden. Die Wasserstoff-Beladung erfolgt bei einer Preform mit einer oder mehreren porösen Schichten besonders schnell und wirkungsvoll.

Alternativ oder zusätzlich zur Außenbehandlung und/oder Innenbehandlung mit Wasserstoff nach der Abscheidung des Kern-Materials kann bei Verfahren, die mit einem Rohr arbeiten, das innen beschichtete Rohr vor und/oder während des Kollabierens des Rohres mit der  $H_2$  -

Ausgangsmaterialien für die Preform und/oder während der Herstellung der Preform und/oder nach der Herstellung der Preform durchgeführt werden.

Die erfindungsgemäßen Maßnahmen sind also unabhängig von den Schritten der Herstellung einer Lichtleitfaser bzw. den Merkmalen einer Lichtleitfaser, die ihre Lichtleitungseigenschaften betreffen, also unabhängig vom Brechzahlunterschied zwischen Kern und Mantel der Lichtleitfaser, da durch die Erfindung die Brechzahl von Mantel- und Kern-Material im wesentlichen unverändert bleiben. Somit können die erfindungsgemäßen Verfahrensschritte bzw. Merkmale bei beliebigen Herstellverfahren bzw. Lichtleitfasern Anwendung finden, um die gewünschte Langzeitstabilität hinsichtlich des Führens hoher Leistungsdichten zu erreichen.

In Suzanne R. Nagel, „R&D Directions for Optical Fiber“, IEEE LTS 26-34, November 1992 und in John B. MacCherney and David J. DiGiovanni, „Materials Development of Optical Fiber“, J.Am.Soc. 73(12) 3537-56 (1990), werden die wichtigsten Herstellungsverfahren für Lichtleitfasern beschrieben, die sämtlich im Zusammenhang mit einigen oder allen Verfahrensschritten der Erfindung Anwendung finden können, um eine Verbesserung der Leistungsfestigkeit und -stabilität von Lichtleitfasern auf SiO<sub>2</sub>-Basis zu erzielen.

Die erfindungsgemäßen Lichtleitfasern sind aufgrund ihrer Lichtleistungsfestigkeit besonders dazu geeignet, Licht mit einer mittleren Lichtleistung von 0,5 W oder mehr oder einer mittleren Leistungsdichte von 0,4 MW/cm<sup>2</sup> oder mehr zu führen. Die Erfindung sieht deshalb die Verwendung einer der erwähnten Lichtleitfasern vor, wobei Licht mit einer mittleren Lichtleistung von 0,5 W oder mehr oder einer mittleren Leistungsdichte von 0,4 MW/cm<sup>2</sup> oder mehr in der Lichtleitfaser geführt wird. Eine solche Verwendung ist besonders vorteilhaft, wenn hohe Lichtleistungen von einem Laser zu abgeführt werden sollen. Ein Beispiel für eine solche Anwendung ist die Laserprojektion, bei der insbesondere die Eigenschaft einer Lichtleitfaser, beständig gegenüber leistungsstarkem Licht verschiedenster Wellenlängenbereiche zu sein, vorteilhaft ist.

Die Erfindung wird nachfolgend an Hand von Figuren beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 Querschnitt eines innen beschichteten Rohres vor dem Kollabieren,
- Fig. 2 Querschnitt einer Preform nach dem Kollabieren des Rohres,
- Fig. 3 Darstellung der Leistungsfestigkeit, angegeben über den Transmissionsverlauf bei 441 nm über die Dauer der Lichtübertragung bei 441 nm,
- Fig. 4 Darstellung der Leistungsfestigkeit, angegeben über den Transmissionsverlauf bei 532 nm über die Dauer der Lichtübertragung bei 532 nm,
- Fig. 5 Darstellung der Leistungsfestigkeit, angegeben über den Transmissionsverlauf



bei 630 nm über die Dauer der Lichtübertragung bei 441 nm,  
Fig. 6 Querschnitt einer Preform nach dem OVD-Verfahren.

- Fig. 1 zeigt den Querschnitt eines Rohres 1 vor dem Kollabieren. Ein Ausgangsrohr mit einer Länge von 1,20 m mit einem Außendurchmesser von 14 mm und einem Innendurchmesser von 11 mm wird in einem PCVD-Verfahren eingesetzt. Ein derartiges Ausgangsrohr ist unter der Bezeichnung F300/Heraeus Quarzglas handelsüblich. Das Rohr 1 hat eine Innenatmosphäre 7 und ist von einer Außenatmosphäre 6 umgeben. Eine Wärmequelle 2 wird so gesteuert, daß diese das Rohr 1 im Bereich seiner Längenausdehnung und in seinem Umfang gleichförmig erwärmt. Im Beispiel wird das Rohr 1 gedreht und die Wärmequelle 2 ist ein Ring einer Mikrowellenkavität, die längs des Rohres 1 gleichmäßig linear bewegt wird. In einem ersten Verfahrensschritt wird der „Mantel 2“ 3 aus  $\text{SiO}_2$  erzeugt. Dieses entsteht in der Reaktion der Innenatmosphäre 7 aus  $\text{SiCl}_4$  und  $\text{O}_2$ .
- Die Temperaturführung wird so ausgelegt, daß eine gleichmäßig 15  $\mu\text{m}$  dicke Beschichtung des Innendurchmessers des Rohres 1 mit  $\text{SiO}_2$  erfolgt. In einem zweiten Verfahrensschritt wird der „Mantel 1“ 4 erzeugt. Dieses entsteht in der thermischen Reaktion der Innenatmosphäre 7 aus  $\text{SiCl}_4$ ,  $\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$  und  $\text{O}_2$ . Der „Mantel 1“ besteht aus Fluor-dotiertem  $\text{SiO}_2$  mit einer Dicke von 0,25 mm. In einem dritten Verfahrensschritt wird eine 25  $\mu\text{m}$  dicke Kernbeschichtung 5 aus  $\text{SiO}_2$  erzeugt. Diese entsteht in der thermischen Reaktion der Innenatmosphäre 7 aus  $\text{SiCl}_4$  und  $\text{O}_2$ . Bis hierher sind die Verfahrensschritte allgemein üblich und das innenbeschichtete Rohr 1 wird dann kollabiert, so daß anschließend aus der erhaltenen Preform eine Lichtleitfaser gezogen werden kann.
- Gemäß der Erfindung werden nun ein oder mehrere Verfahrensschritte modifiziert oder mit dem innen beschichteten Rohr 1 zusätzlich durchgeführt, um die Leistungsfestigkeit und -stabilität der aus der Preform gezogenen Lichtleitfaser zu erhöhen. Im Beispiel wird der Innenatmosphäre 7 während der Abscheidung des Kern-Materials 5 1 sccm  $\text{GeCl}_4$  auf 100 sccm  $\text{SiCl}_4$  zum Gemisch aus  $\text{SiCl}_4$  und  $\text{O}_2$  zugesetzt. Dies führt zu einer Brechzahlerhöhung des Kern-Materials von nur 0,0004 bzw. zu einer Germanium-Dotierung von 0,3 mol%  $\text{GeO}_2$  im Kernmaterial. Allein durch diese Dotierung wird die Leistungsstabilität der aus der Preform gezogenen Lichtleitfaser um mehr als 30-fach für blaues Licht gesteigert.
- Eine weitere Verbesserung der Beständigkeit der Lichtleitfaser gegen Schäden durch das in der Lichtleitfaser geführte Licht wird durch eine Wasserstoff-Behandlung des innenbeschichteten Rohres 1 erzielt. Im Beispiel wird das Edelgas Argon mit 3% Wasserstoff versetzt und dem Rohr 1 als Innenatmosphäre 7 zugeführt. Dies erfolgt solange bis die gesamte nutzbare Länge des Rohres 1 eine Aufwärmung durch die Wärmequelle 2 erfahren hat.

Fig. 2 zeigt eine Preform, d.h. ein kollabiertes Rohr 8 mit dem Mantel 3, 4 und einem Kern 9 im Querschnitt. Die Innenbeschichtung des unkollabierten Rohres erfolgte hier ähnlich zu den in Fig. 1 beschriebenen Schritten, hier allerdings mit dem MVCD-Verfahren. Hier ist die Wärmequelle 2 ein Flammenring einer Wasserstoff-Sauerstoff-Verbrennung, der längs des Rohres gleichmäßig linear bewegt wird. In dem ersten Verfahrensschritt wird der „Mantel 2“ 3 aus  $\text{SiO}_2$  erzeugt. Dieses entsteht in der thermischen Reaktion der Innenatmosphäre 7 aus  $\text{SiCl}_4$  und  $\text{O}_2$ . In dem zweiten Verfahrensschritt wird der „Mantel 1“ 4 erzeugt. Dieses entsteht in der thermischen Reaktion der Innenatmosphäre 7 aus  $\text{SiCl}_4$ ,  $\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$  und  $\text{O}_2$ . In dem dritten Verfahrensschritt wird das Kern-Material 5 aus  $\text{SiO}_2$  erzeugt. Dieses entsteht in der thermischen Reaktion der Innenatmosphäre 7 aus  $\text{SiCl}_4$  und  $\text{O}_2$ .

Gemäß der Erfindung können wie oben beschrieben ein oder mehrere Verfahrensschritte modifiziert oder mit dem innen beschichteten Rohr zusätzlich durchgeführt werden, um die Leistungsstabilität der aus der Preform gezogenen Lichtleitfaser zu erhöhen. In diesem Beispiel wird jedoch auf den Germanium-Eintrag und/oder die Wasserstoff-Behandlung über die Innenatmosphäre des Rohres verzichtet. Hier erfolgt ausschließlich ein Wasserstoffeintrag aus der Außenatmosphäre 6 in das kollabierte Rohr 8. Dazu erhält der Flammenring der Wärmequelle 2 einen Wasserstoff-Überschuß. Im Beispiel wird mit einem sechsfach höheren  $\text{H}_2$ -Verhältnis gegenüber  $\text{O}_2$  gearbeitet. Die Erwärmung des kollabierten Rohres 8 erfolgt auf  $1400^\circ\text{C}$ , wobei jeweils eine Zone des kollabierten Rohres 8 in einer Breite von 10 cm von der Flammeneinwirkung betroffen ist und der Flammenring kontinuierlich in Längsrichtung des kollabierten Rohres 8 mit einer Geschwindigkeit 0,5 cm/min bewegt wird.

Infolge des Wasserstoffüberschusses und der hohen Temperatur des kollabierten Rohres diffundieren Wasserstoffatome bis in das Material des Kernes 9 hinein und führen zu einer bleibenden, nichtflüchtigen Wasserstoff-Beladung des kollabierten Rohres 8. Allein durch diese Wasserstoff-Beladung wird die Leistungsstabilität der Lichtleitfaser um den Faktor fünf gesteigert.

Die Wasserstoff-Beladung kann zusätzlich auch noch bei der Herstellung des innen beschichteten Rohres 1 über die Außenatmosphäre 6 und/oder durch die Innenatmosphäre 7 erfolgen (siehe dazu auch Fig. 1). Weiterhin kann zusätzlich die Germanium-Dotierung der Kernbeschichtung erfolgen. Jede dieser einzelnen Maßnahmen führt zu einer Verbesserung der Leistungsfestigkeit und -stabilität, wobei deren höchster Wert für blaues Laserlicht bei einer Kombination der Germanium-Dotierung und nachfolgender Wasserstoff-Beladung ermittelt wurde.

Fig. 3 zeigt den Transmissionsverlauf T in % als Funktion der Betriebsdauer d in Tagen für verschiedene SiO<sub>2</sub>-Lichtleitfasertypen und folgend genannte beispielhafte Parameter:

- von der Lichtleitfaser geführtes Licht: jeweils 1 W Dauerstrich Laserlicht bei 441 nm,
- 5        - Kerndurchmesser: jeweils 15 µm
- Transmissionsmessung bei 441 nm.

Die durchgehende Linie zeigt einen Transmissionsverlauf für eine herkömmliche SiO<sub>2</sub>-Lichtleitfaser. Die Strich-Punkt-Linie zeigt einen Transmissionsverlauf für eine Lichtleitfaser, die aus einer mit Wasserstoff beladenen Preform hergestellt wurde. Die gepunktete Linie zeigt  
10 einen Transmissionsverlauf für eine Lichtleitfaser, die aus einer Preform mit einem Germanium dotierten Kern hergestellt wurde. Die gestrichelte Linie zeigt einen Transmissionsverlauf für eine Lichtleitfaser, die aus einer mit Germanium im Kern dotierten und mit Wasserstoff beladenen Preform hergestellt wurde.

15 Die dargestellten Transmissionsverläufe für die Lichtleitfasern, deren Preformen mit Germanium im Kern dotiert und/oder mit Wasserstoff beladenen wurden, zeigen eine mindestens fünffach längere Betriebsdauer, bei der kein wesentlicher Transmissionsverlust feststellbar ist.

Weiterhin wurde bei blauem Licht eine höhere Ausgangstransmission bei einer mit Wasserstoff  
20 beladenen und/oder mit Germanium im Kern dotierten Lichtleitfaser, im Vergleich zu einer herkömmlichen SiO<sub>2</sub>-Lichtleitfaser, gemessen.

Die verschiedenen Varianten der Erfindung haben ein unterschiedliches Langzeitstabilitätsverhalten, wobei die Lichtleitfaser, bei der die Preform mit Germanium im  
25 Kern dotiert und mit Wasserstoff beladen wurde, die beste Langzeitstabilität für blaues Licht zeigt.

Fig. 4 zeigt den Transmissionsverlauf T in % als Funktion der Betriebsdauer d in Tagen für die in Fig. 3 genannten Lichtleitfasertypen und folgend genannte beispielhafte Parameter:

- 30        - von der Lichtleitfaser geführtes Licht: jeweils 1 W Dauerstrich Laserlicht bei 532 nm,
- Kerndurchmesser: jeweils 15 µm
- Transmissionsmessung bei 532 nm.

Die durchgehende Linie zeigt einen Transmissionsverlauf für eine herkömmliche SiO<sub>2</sub>-  
35 Lichtleitfaser. Die Strich-Punkt-Linie zeigt einen Transmissionsverlauf für eine Lichtleitfaser, die aus einer mit Wasserstoff beladenen Preform hergestellt wurde. Die gepunktete Linie zeigt einen Transmissionsverlauf für eine Lichtleitfaser, die aus einer mit Germanium im Kern dotierten Preform hergestellt wurde. Die gestrichelte Linie zeigt einen Transmissionsverlauf für

eine Lichtleitfaser, die aus einer mit Germanium im Kern dotierten und mit Wasserstoff beladenen Preform hergestellt wurde.

- 5 Die dargestellten Transmissionsverläufe zeigen auch hier für die Germanium im Kern dotierten und/oder mit Wasserstoff beladenen Preformen und die daraus hergestellten Lichtleitfasern ein besseres Langzeitverhalten. Es ist hier für die erfindungsgemäßen Lichtleitfasern nur eine sehr geringe Verschlechterung der Transmission feststellbar. Hier hat jedoch die mit Wasserstoff beladene Preform die günstigste Ausgangstransmission und den günstigsten
- 10 Transmissionsverlauf für grünes Licht.

**Fig. 5** zeigt den Transmissionsverlauf  $T$  in % als Funktion der Betriebsdauer  $d$  in Tagen für die in Fig. 3 genannten Lichtleitfasertypen und folgend genannte beispielhafte Parameter:

- von der Lichtleitfaser geführtes Licht: jeweils 1 W Dauerstrich Laserlicht bei 441 nm,
- 15 - Kerndurchmesser: jeweils 15  $\mu\text{m}$
- Transmissionsmessung bei 630 nm.

Es wurde festgestellt, daß sich zum Beispiel bei der Führung von blauen Licht in einer herkömmlichen Lichtleitfaser auch die Transmission des roten Lichtes mit der Dauer der

20 Lichteinstrahlung merklich verschlechtert.

Die durchgehende Linie zeigt einen Transmissionsverlauf bei 630 nm für eine herkömmliche  $\text{SiO}_2$ -Lichtleitfaser bei der Lichtübertragung von Laserlicht mit einer Wellenlänge von 441 nm. Die Strich-Punkt-Linie zeigt einen Transmissionsverlauf für eine Lichtleitfaser, die aus einer mit Wasserstoff beladene Preform hergestellt wurde. Die gepunktete Linie zeigt einen

25 Transmissionsverlauf für eine Lichtleitfaser, die aus einer mit Germanium im Kern dotierten Preform hergestellt wurde. Die gestrichelte Linie zeigt einen Transmissionsverlauf für eine Lichtleitfaser, die aus einer mit Germanium im Kern dotierten und mit Wasserstoff beladenen Preform hergestellt wurde.

30 Die dargestellten Transmissionsverläufe zeigen auch hier für die mit 0,3 mol%  $\text{GeO}_2$  dotierten und/oder mit Wasserstoff beladenen Preformen und die daraus hergestellten Lichtleitfasern ein besseres Langzeitverhalten für den gesamten Wellenlängenbereich, der von einer Lichtleitfaser auf  $\text{SiO}_2$ -Basis übertragen werden kann. Es ist hier für die erfindungsgemäßen Lichtleitfasern

35 nur eine sehr geringe Verschlechterung der Transmission für den gesamten übertragbaren Wellenlängenbereich, d.h. von nahen Infrarot bis in den ultravioletten Bereich hinein feststellbar.

In der Praxis wird man also für einen vorgegebenen Wellenlängenbereich die Kombination der Verfahrensschritte so wählen, daß die gewünschten vorteilhaftesten Eigenschaften Ausgangstransmission und deren Langzeitstabilität für den zu übertragenden Wellenlängenbereich erzielt werden. So kann die Preform, aus der die Lichtleitfaser gezogen wird, mit der Auswahl der angegebenen Verfahrensschritte zur Herstellung der Preform durch wenige Versuche für eine Wellenlänge optimiert werden.

Ebenso kann die Lichtübertragung für einen vorgesehenen Spektralbereich, z.B. den des weißen Lichtes, zur Übertragung von rotem, grünem und blauem Laserlicht, optimiert werden, wobei hier die Kombination der geringen Dotierung des Kernes mit Germanium und mit der zusätzlichen Beladung der Preform mit Wasserstoff die beständigsten und ausgewogensten Eigenschaften einer Lichtleitfaser für den relativ großen Spektralbereich des weißen Lichtes liefern.

Fig. 6 zeigt eine Preform, die durch den OVD-Prozeß hergestellt wurde. Diese enthält herstellungsbedingt einen Luftspalt 10 mit einer Innenatmosphäre 7. Das Kern-Material 4 und der Mantel 3 werden in einem thermischen Prozeß erzeugt, bei dem sowohl die Dotierung des Kernes mit Germanium als auch die Wasserstoff-Behandlung während der Herstellung des Preform erfolgen kann. Die Preform kann aber auch nachträglich von innen und/oder von außen mit Wasserstoff beladen werden, wobei dies vorteilhaft bei der Umwandlung eines porösen Zustandes der Preform in einen glasigen Zustand erfolgt.

5

Patentansprüche

- 10 1. Verfahren zur Herstellung einer Lichtleitfaser zur Übertragung einer hohen  
Lichtleistungsdichte, bei dem in einem Zwei-Schritt-Prozeß zunächst eine Preform hergestellt  
und dann aus dieser die Lichtleitfaser gezogen wird, wobei ein Kern-Material und ein Mantel-  
Material abgeschieden werden, die durch Dotierung des Mantels ein für  
Lichtleitungseigenschaften geeignetes Brechzahlprofil aufweisen, und das Kern-Material  
15 zusätzlich mit einer Substanz derart dotiert wird, daß dadurch die Brechzahl des Kerns  
gegenüber der Brechzahl des undotierten Kern-Materials um weniger als 0,001, insbesondere  
um 0,0004 bis 0,0008, verändert wird, wobei keine Dotierung des Kern-Materials mit Fluor  
vorgenommen wird.
- 20 2. Verfahren zur Herstellung einer Lichtleitfaser zur Übertragung einer hohen  
Lichtleistungsdichte, bei dem in einem Zwei-Schritt-Prozeß zunächst eine Preform hergestellt  
und dann aus dieser die Lichtleitfaser gezogen wird, wobei die Preform nach einer Abscheidung  
eines Kern-Materials und vor dem Ziehen der Lichtleitfaser mit einer H<sub>2</sub>-haltigen Atmosphäre  
behandelt wird, so daß das Kern-Material der Preform mit Wasserstoff beladen wird.  
25
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Kern-Material aus SiCl<sub>4</sub> und O<sub>2</sub>  
abgeschieden und dabei als Substanz GeCl<sub>4</sub> zugegeben wird, so daß sich eine GeO<sub>2</sub>-  
Konzentration im Kern zwischen 0,001 mol% und 1 mol%, insbesondere zwischen 0,3 und 0,6  
mol%, einstellt.
- 30 4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Substanz mindestens eines der folgenden  
Elemente aufweist: Ge, P, Sn, Al, N, Cl.
5. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die Behandlung der Preform mit H<sub>2</sub> durch eine  
35 Außenatmosphäre erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem nach der Abscheidung des Kern-Materials eine  
Behandlung des innenbeschichteten Rohres mit einer H<sub>2</sub>-haltigen Innenatmosphäre erfolgt.



7. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem die  $H_2$ -haltige Außenatmosphäre durch eine  $H_2/O_2$ -Flamme erzeugt wird, wobei das Verhältnis von  $H_2$  zu  $O_2$  größer als 2, insbesondere 6, ist.
- 5 8. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche in Verbindung mit Anspruch 2, bei dem die Behandlung mit der  $H_2$ -haltigen Atmosphäre bei einer Temperatur im Bereich zwischen  $600^\circ C$  und  $2000^\circ C$  erfolgt, wobei diese Erwärmung für jeden Punkt der Preform vorzugsweise für eine Zeitdauer von über 2 min oder mehr aufrechterhalten wird.
- 10 9. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche in Verbindung mit Anspruch 2, bei dem die Behandlung mit einem Gemisch aus  $H_2$  und einem Edelgas oder CO erfolgt, wobei vorzugsweise die  $H_2$ -Konzentration kleiner als 5% ist.
- 15 10. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche in Verbindung mit Anspruch 2, bei dem die Behandlung mit der  $H_2$ -haltigen Atmosphäre so lange erfolgt, bis die Dicke des Kern-Materials weniger als 95% ihres ursprünglichen Wertes aufweist.
- 20 11. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Preform aus einem Rohr hergestellt wird, mit Innenbeschichtung dieses Rohres durch Abscheidung eines Mantels, nachfolgender Abscheidung des Kern-Materials und anschließendem Kollabieren des innenbeschichteten Rohres.
12. Lichtleitfaser mit einem Kern (9) und einem Mantel (3,4) wobei,  
a) ein Kernmaterial des Kerns (9) und ein Mantel-Material des Mantels (3,4)  $SiO_2$   
25 aufweisen,  
b) zwischen Kern-Material und Mantel-Material ein für Lichtleitungseigenschaften geeignetes Brechzahlprofil besteht,  
c) das Kern-Material mit einer brechzahländernden Substanz dotiert ist, wobei  
d) die Brechzahl des dotierten Kern-Materials um weniger als 0,001 von der Brechzahl  
30 des undotierten Kern-Materials abweicht und  
e) das Kern-Material nicht mit Fluor dotiert ist.
13. Lichtleitfaser mit einem Kern (9) und einem Mantel (3,4), herstellbar durch  
a) Abscheiden eines Kern-Materials (5) und eines Mantel-Material (3,4) zu einer Preform  
35 und  
b) Behandeln der Preform mit einer  $H_2$ -haltigen Atmosphäre, so daß das Kern-Material (5) mit Wasserstoff beladen wird, und  
c) Ziehen der Preform zur Lichtleitfaser.

2/5

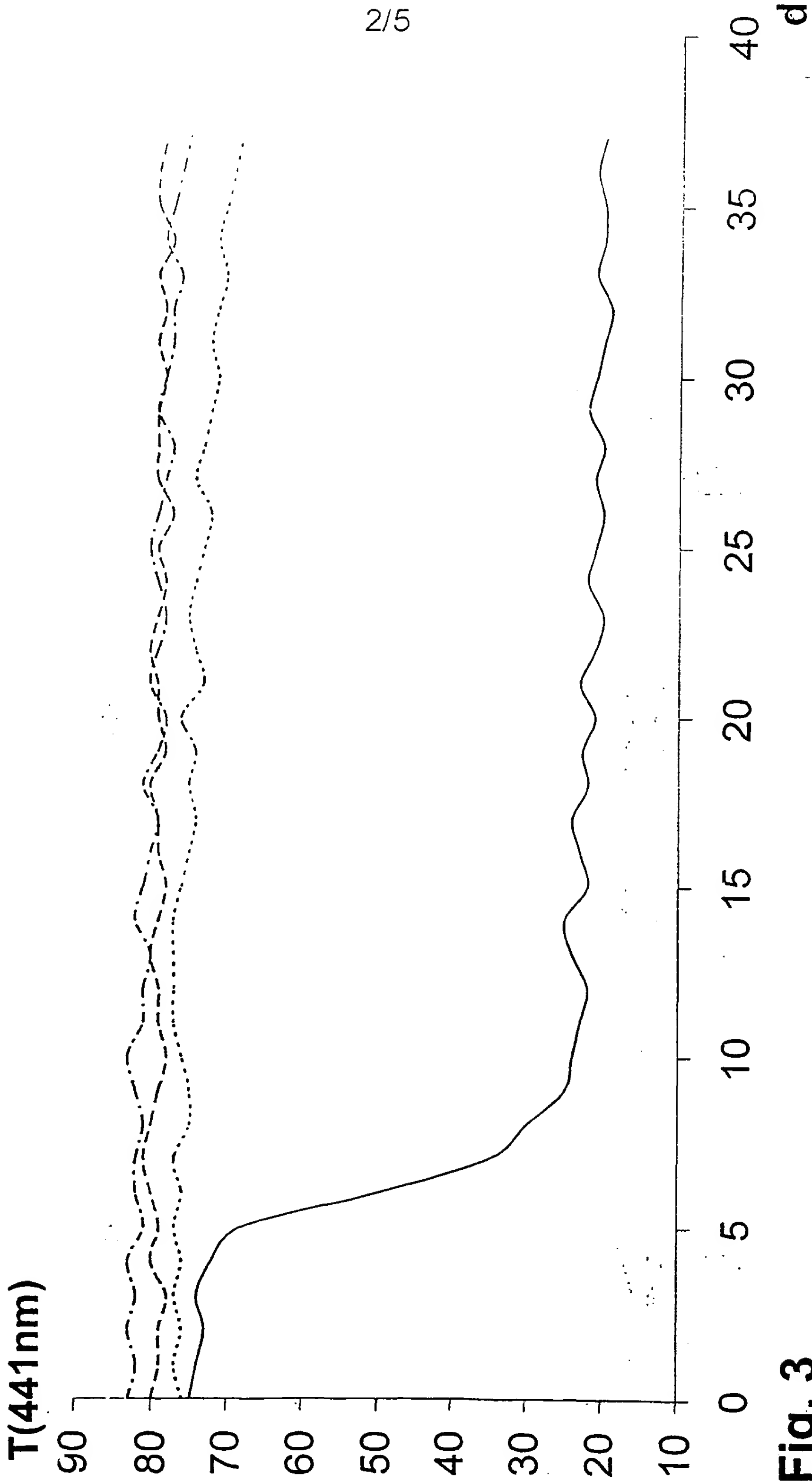


Fig. 3

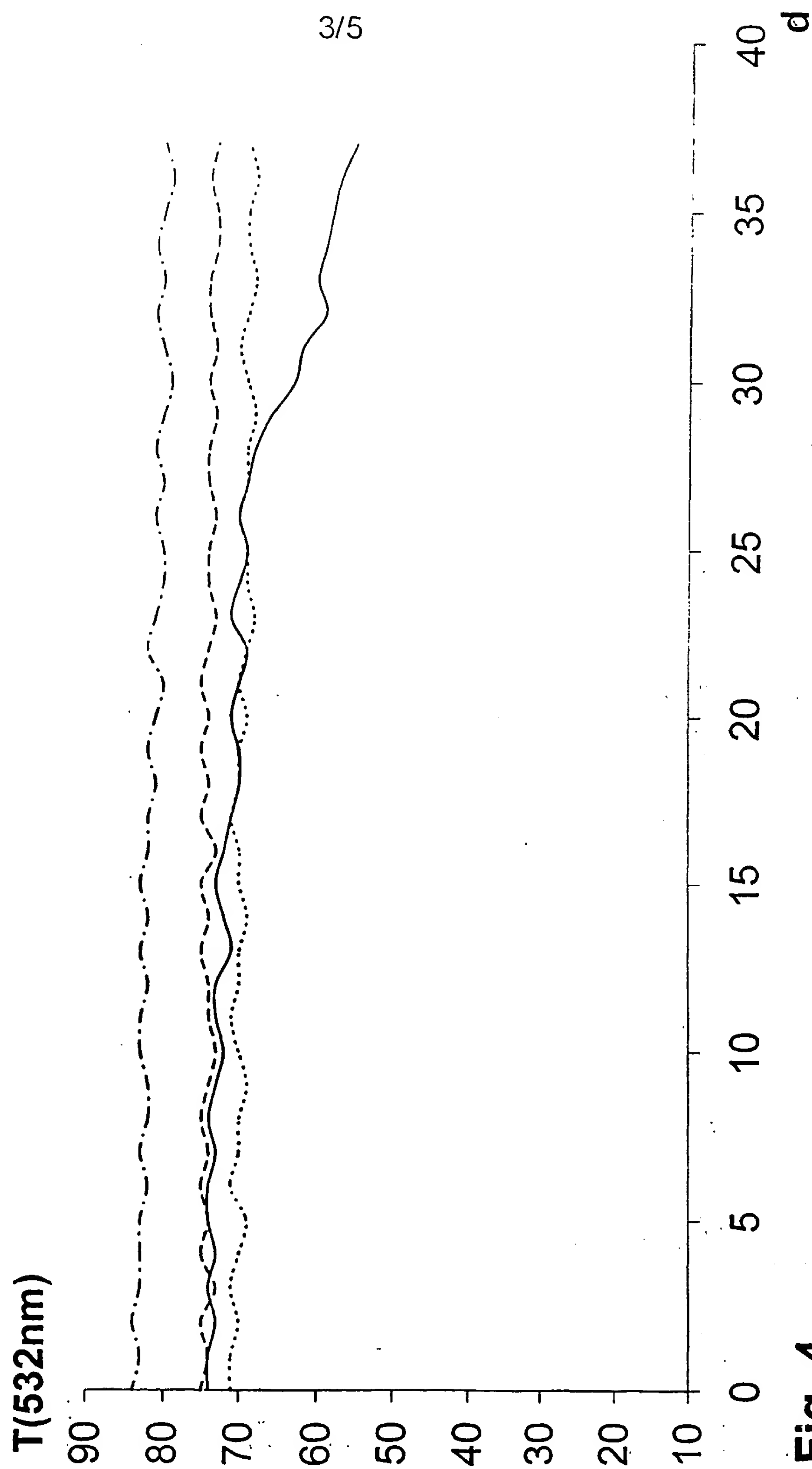


Fig. 4

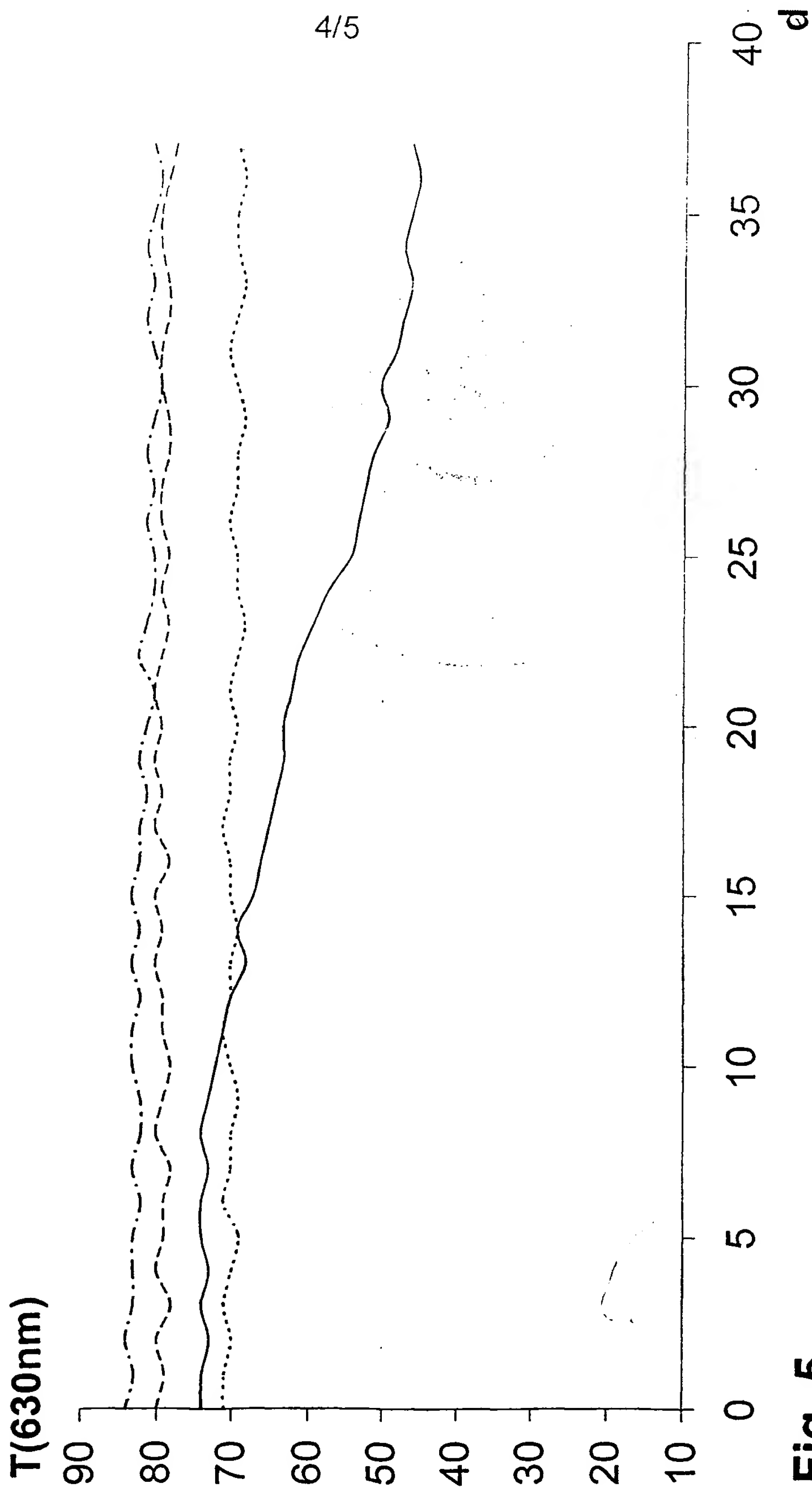


Fig. 5

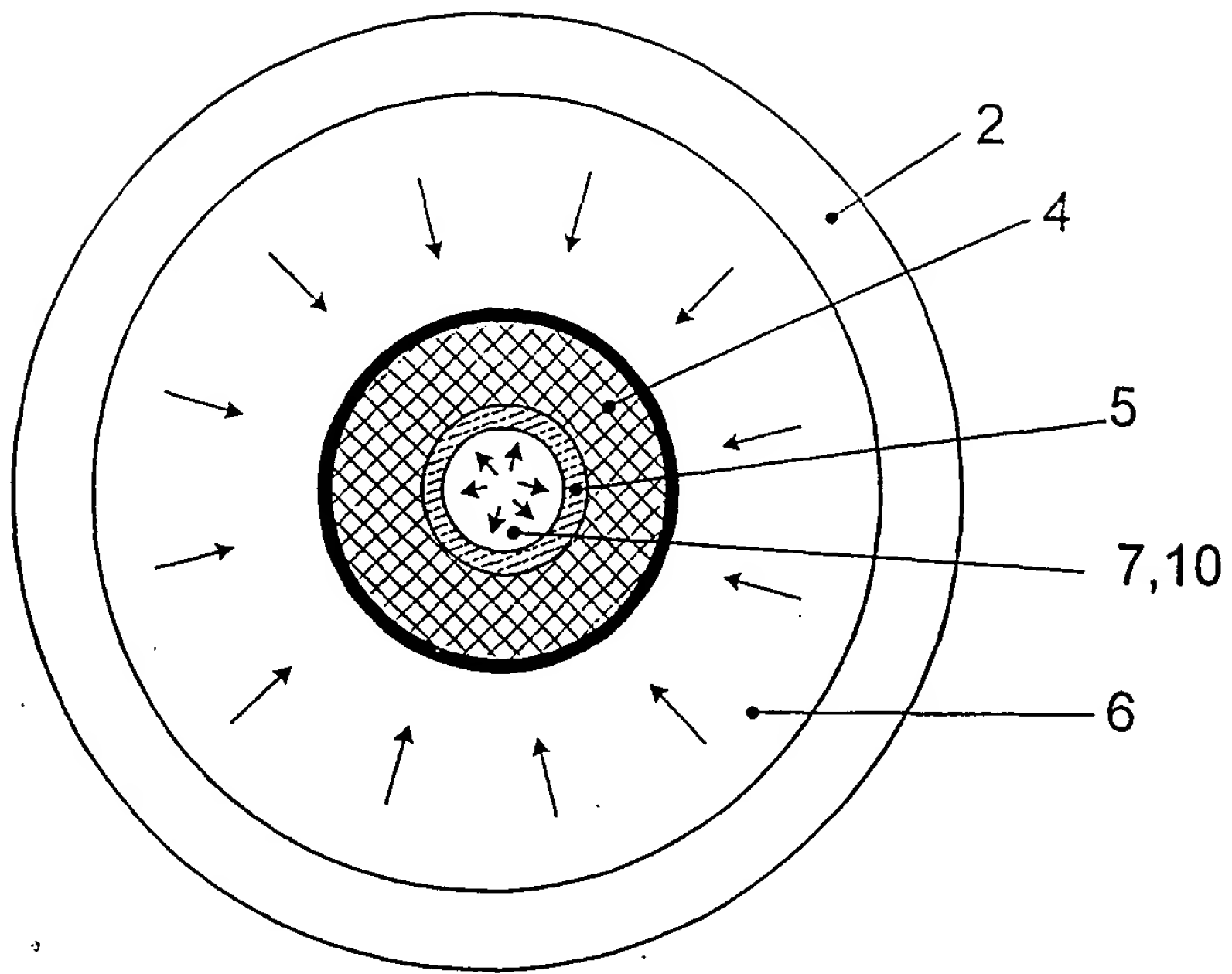


Fig. 6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No

PCT/EP 01/06083

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 107, no. 26, 28 December 1987 (1987-12-28) Columbus, Ohio, US; abstract no. 241442d, XPC00017734 abstract & JP 62 176941 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD) 3 August 1987 (1987-08-03) ---	1,4,12, 14,16
X	US 3 999 835 A (NEWS G R ET AL) 28 December 1976 (1976-12-28) abstract ---	1,4,12, 16
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13, no. 349, 7 August 1989 (1989-08-07) & JP 01 109307 A (HITACHI CABLE LTD), 26 April 1989 (1989-04-26) abstract page 3, left-hand column, paragraph 2; figure 2 ---	1,12,14
X	US 5 146 534 A (LINES M E) 8 September 1992 (1992-09-08) abstract; figure 2 ---	1,12
X	US 4 669 821 A (BLAIR G R ET AL) 2 June 1987 (1987-06-02) abstract ---	1,12
P,X	WO 00 42458 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD) 20 July 2000 (2000-07-20) abstract -----	1,4,12, 14,16



PCT/EP01/06083

Continued from field 1.2

Patent claim nos. 1, 12, 14, 15, 18 relate to a method, to a product and to the use of said product, each of these being characterised by a desirable characteristic, namely that the refractive index of the doped core differs from that of the undoped core material by less than 0.001.

The patent claims therefore cover all methods, products and uses thereof with this characteristic, while the patent claims only provide support in the description within the meaning of PCT Art. 6 and the patent application only provides disclosure within the meaning of PCT Art. 5 for a limited number of such methods, products and uses.

In the present case, the patent claims lack the appropriate support or the patent application lacks the necessary disclosure to the extent that a meaningful search covering the entire scope of protection sought seems impossible.

Notwithstanding this, the patent claims also lack the clarity required by PCT Art. 6 since they attempt to define the method, product and use by the desired result, respectively. This lack of clarity is also such that a meaningful search covering the entire scope of protection sought seems impossible.

The search was therefore focussed on those parts of the patent claims that appear to be clear, supported and disclosed, i.e. the parts relating to the doping of an  $\text{SiO}_2$  core with a doping substance that increases the refractive index, i.e. Ge, P, Sn, Al, N and Cl, in such small quantities that the refractive index is increased by less than 0.001 (compared to the refractive index of the pure  $\text{SiO}_2$ ).

The applicant is advised that patent claims relating to inventions for which no international search has been produced cannot normally be the subject of an international preliminary examination (PCT Rule 66.1(e)). As a general rule, the EPO in its capacity as the authority entrusted with the task of carrying out an international preliminary examination will not conduct a preliminary examination for subjects in respect of which no search has been provided. This also applies to cases where the patent claims were amended after receipt of the international search report (PCT Article 19) or to cases where the applicant presents new patent claims in the course of the PCT Chapter II procedure.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/06083

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4770494	A	13-09-1988	CA 1270680 A1	26-06-1990
JP 04059630	A	26-02-1992	NONE	
JP 02302339	A	14-12-1990	NONE	
EP 0999190	A	10-05-2000	DE 19850736 A1 EP 0999190 A2 JP 2000159545 A	11-05-2000 10-05-2000 13-06-2000
JP 01009406	A	12-01-1989	JP 2724828 B2	09-03-1998
EP 1000909	A	17-05-2000	DE 19852704 A1 EP 1000909 A2	18-05-2000 17-05-2000
GB 2096351	A	13-10-1982	AU 553932 B2 AU 1274383 A CA 1201987 A1 ES 520943 D0 ES 8404856 A1 US 4816250 A AT 11271 T CA 1194280 A1 DE 3261900 D1 EP 0062450 A1 JP 58009834 A US 4566754 A	31-07-1986 29-09-1983 18-03-1986 16-05-1984 01-09-1984 28-03-1989 15-02-1985 01-10-1985 28-02-1985 13-10-1982 20-01-1983 28-01-1986
JP 59107940	A	22-06-1984	JP 1416697 C JP 62019377 B	22-12-1987 28-04-1987
JP 62083333	A	16-04-1987	NONE	
EP 0181595	A	21-05-1986	AU 4978485 A DE 181595 T1 EP 0181595 A2 JP 61122137 A	22-05-1986 04-09-1986 21-05-1986 10-06-1986
DE 29813318	U	02-12-1999	DE 29813318 U1 US 6289161 B1	02-12-1999 11-09-2001
JP 62176941	A	03-08-1987	JP 1728318 C JP 4016427 B	19-01-1993 24-03-1992
US 3999835	A	28-12-1976	GB 1450123 A AU 7583274 A CA 1035613 A1 DE 2455668 A1 FR 2252585 A1 JP 1175661 C JP 50087339 A JP 58009056 B NL 7414974 A	22-09-1976 27-05-1976 01-08-1978 28-05-1975 20-06-1975 14-11-1983 14-07-1975 18-02-1983 29-05-1975
JP 01109307	A	26-04-1989	JP 1984692 C JP 7018963 B	25-10-1995 06-03-1995
US 5146534	A	08-09-1992	DE 69214252 D1	07-11-1996

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int onal Application No

PCT/EP 01/06083

Patent document cited in search report:	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5146534	A	DE 69214252 T2	24-04-1997
		EP 0542476 A1	19-05-1993
		JP 6048775 A	22-02-1994
US 4669821	A 02-06-1987	DE 3577690 D1	21-06-1990
		EP 0195783 A1	01-10-1986
		JP 62500236 T	29-01-1987
		WO 8601794 A1	27-03-1986
WO 0042458	A 20-07-2000	AU 1687000 A	01-08-2000
		WO 0042458 A1	20-07-2000
		TW 425481 B	11-03-2001

Form PCT/ISA/2:0 (patent family annex) (July 1992)

## INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Int. nales Aktenzeichen

PCT/EP 01/06083

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beir. Anspruch Nr.
X	CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 107, no. 26, 28. Dezember 1987 (1987-12-28) Columbus, Ohio. US; abstract no. 241442d, XPC00017734 Zusammenfassung & JP 62 176941 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD) 3. August 1987 (1987-08-03) ---	1,4,12, 14,16
X	US 3 999 835 A (NEWS G R ET AL) 28. Dezember 1976 (1976-12-28) Zusammenfassung ---	1,4,12, 16
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13, no. 349, 7. August 1989 (1989-08-07) & JP 01 109307 A (HITACHI CABLE LTD), 26. April 1989 (1989-04-26) Zusammenfassung Seite 3, linke Spalte, Absatz 2; Abbildung 2 ---	1,12,14
X	US 5 146 534 A (LINES M E) 8. September 1992 (1992-09-08) Zusammenfassung; Abbildung 2 ---	1,12
X	US 4 669 821 A (BLAIR G R ET AL) 2. Juni 1987 (1987-06-02) Zusammenfassung ---	1,12
P,X	WO 00 42458 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD) 20. Juli 2000 (2000-07-20) Zusammenfassung -----	1,4,12, 14,16

Formblatt PCT/ISA/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (Juli 1992)

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Fortsetzung von Feld I.2

Die geltenden Patentansprüche 1,12,14,15,18 beziehen sich auf ein Verfahren, ein Produkt sowie dessen Verwendung, jeweils charakterisiert durch eine erstrebenswerte Eigenschaft, nämlich die Abweichung der Brechzahl des dotierten Kerns gegenüber der Brechzahl des undotierten Kern-Materials, welche weniger als 0,001 beträgt.

Die Patentansprüche umfassen daher alle Verfahren, Produkte sowie deren Verwendung, die diese Eigenschaft aufweisen, wohingegen die Patentansprüche Stütze durch die Beschreibung im Sinne von Art. 6 PCT und die Patentanmeldung Offenbarung im Sinne von Art. 5 PCT nur für eine begrenzte Zahl solcher Verfahren, Produkte und Verwendungen liefert.

Im vorliegenden Fall fehlen den Patentansprüchen die entsprechende Stütze bzw. der Patentanmeldung die nötige Offenbarung in einem solchen Maße, daß eine sinnvolle Recherche über den gesamten erstrebten Schutzbereich unmöglich erscheint.

Desungeachtet fehlt den Patentansprüchen auch die in Art. 6 PCT geforderte Klarheit, nachdem in ihnen versucht wird, das Verfahren, das Produkt und die Verwendung durch das jeweils erstrebte Ergebnis zu definieren. Auch dieser Mangel an Klarheit ist dergestalt, daß er eine sinnvolle Recherche über den gesamten erstrebten Schutzbereich unmöglich macht.

Daher wurde die Recherche auf die Teile der Patentansprüche gerichtet, welche als klar, gestützt und offenbart erscheinen, nämlich die Teile betreffend das Dotieren eines SiO<sub>2</sub>-Kerns mit einer die Brechzahl erhöhenden Dotiersubstanz, nämlich Ge, P, Sn, Al, N, Cl und in solchen kleinen Mengen, dass die Brechzahl um weniger als 0,001 (gegenüber der Brechzahl des reinen SiO<sub>2</sub>) erhöht wird.

Der Anmelder wird darauf hingewiesen, daß Patentansprüche, oder Teile von Patentansprüchen, auf Erfindungen, für die kein internationaler Recherchenbericht erstellt wurde, normalerweise nicht Gegenstand einer internationalen vorläufigen Prüfung sein können (Regel 66.1(e) PCT). In seiner Eigenschaft als mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde wird das EPA also in der Regel keine vorläufige Prüfung für Gegenstände durchführen, zu denen keine Recherche vorliegt. Dies gilt auch für den Fall, daß die Patentansprüche nach Erhalt des internationalen Recherchenberichtes geändert wurden (Art. 19 PCT), oder für den Fall, daß der Anmelder im Zuge des Verfahrens gemäß Kapitel II PCT neue Patentansprüche vorlegt.

# INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Ink. ales Aktenzeichen

PCT/EP 01/06083

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4770494	A	13-09-1988	CA 1270680 A1 26-06-1990
JP 04059630	A	26-02-1992	KEINE
JP 02302339	A	14-12-1990	KEINE
EP 0999190	A	10-05-2000	DE 19850736 A1 11-05-2000 EP 0999190 A2 10-05-2000 JP 2000159545 A 13-06-2000
JP 01009406	A	12-01-1989	JP 2724828 B2 09-03-1998
EP 1000909	A	17-05-2000	DE 19852704 A1 18-05-2000 EP 1000909 A2 17-05-2000
GB 2096351	A	13-10-1982	AU 553932 B2 31-07-1986 AU 1274383 A 29-09-1983 CA 1201987 A1 18-03-1986 ES 520943 D0 16-05-1984 ES 8404856 A1 01-09-1984 US 4816250 A 28-03-1989 AT 11271 T 15-02-1985 CA 1194280 A1 01-10-1985 DE 3261900 D1 28-02-1985 EP 0062450 A1 13-10-1982 JP 58009834 A 20-01-1983 US 4566754 A 28-01-1986
JP 59107940	A	22-06-1984	JP 1416697 C 22-12-1987 JP 62019377 B 28-04-1987
JP 62083333	A	16-04-1987	KEINE
EP 0181595	A	21-05-1986	AU 4978485 A 22-05-1986 DE 181595 T1 04-09-1986 EP 0181595 A2 21-05-1986 JP 61122137 A 10-06-1986
DE 29813318	U	02-12-1999	DE 29813318 U1 02-12-1999 US 6289161 B1 11-09-2001
JP 62176941	A	03-08-1987	JP 1728318 C 19-01-1993 JP 4016427 B 24-03-1992
US 3999835	A	28-12-1976	GB 1450123 A 22-09-1976 AU 7583274 A 27-05-1976 CA 1035613 A1 01-08-1978 DE 2455668 A1 28-05-1975 FR 2252585 A1 20-06-1975 JP 1175661 C 14-11-1983 JP 50087339 A 14-07-1975 JP 58009056 B 18-02-1983 NL 7414974 A 29-05-1975
JP 01109307	A	26-04-1989	JP 1984692 C 25-10-1995 JP 7018963 B 06-03-1995
US 5146534	A	08-09-1992	DE 69214252 D1 07-11-1996

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie)(Juli 1992)



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 01/06083

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5146534 A		DE 69214252 T2	24-04-1997
		EP 0542476 A1	19-05-1993
		JP 6048775 A	22-02-1994
US 4669821 A	02-06-1987	DE 3577690 D1	21-06-1990
		EP 0195783 A1	01-10-1986
		JP 62500236 T	29-01-1987
		WO 8601794 A1	27-03-1986
WO 0042458 A	20-07-2000	AU 1687000 A	01-08-2000
		WO 0042458 A1	20-07-2000
		TW 425481 B	11-03-2001

